

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 204 193 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
08.05.2002 Patentblatt 2002/19

(51) Int Cl.7: H02K 9/16, H02K 5/20,
H02K 1/20

(21) Anmeldenummer: 01125941.3

(22) Anmelddatum: 31.10.2001

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 02.11.2000 DE 10054338

(71) Anmelder: Eberhardt, Heinz Dieter, Prof. Dr.-Ing.
01239 Dresden (DE)

(72) Erfinder: Eberhardt, Heinz Dieter, Prof. Dr.-Ing.
01239 Dresden (DE)

(74) Vertreter: Weissfloh, Ingo et al
Ilberg - Weissfloh
Patentanwälte
Prellerstrasse 26
01309 Dresden (DE)

(54) Kühlsystem für trägeheitsarme rotierende elektrische Maschine

(57) Die Erfindung betrifft ein Kühlsystem für trägeheitsarme rotierende elektrische Maschinen, insbesondere für Drehstrommaschinen mit Fremd- oder Eigenkühlung.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein hoch intensives Kühlungssystem für trägeheitsarme rotierende elektrische Maschinen, insbesondere für Drehstrommaschinen mit Fremd- und Eigenkühlung zu schaffen. Dabei soll die kostengünstige Luftkühlung angewendet werden. Die Temperaturunterschiede in den Ständer- und Läuferleitern sollen möglichst gering sein.

Erfindungsgemäß besteht dabei das Läufer- 6 und Ständerblechpaket 1 jeweils aus mehreren Teillechpaketen. An der Außenkontur des Ständerblechpaketes 1 schließen sich nach außen über die gesamte Länge axial einseitig verschlossene Zu- 2 und Abströmkammern 3 über den Umfang wechselnd mit etwa gleichem axialen Querschnitt an. Von der Zuströmkammer 2 führen radiale Kühlkanäle, die durch die Endbleche der Ständerblechpakete 5 axial und durch Leiteinrichtungs- und Abstandshaltesegmente 4 im Rückengebiet des Ständerblechpaketes 1 radial begrenzt sind. Im Nutgebiet des Ständerblechpaketes 1 stellt die Wicklung mit der Nutisolation die radiale Begrenzung dar. Zwischen den Läuferblechpaketen 14 sind Abstandselemente 7 angeordnet. Die in die radiaalen Kühlkanäle eingeschrömt Kühlluft kühlt die in den radiaalen Kühlkanälen des Läuferblechpaketes 6 freiliegenden Leiter 13 und die Endbleche der Läuferblechpakete 14 direkt. Die Luft wird durch die Rotation zusätzlich verwirbelt, so dass eine intensive Kühlung erreicht wird. Nach dem Durchströmen der Läuferkühlkanäle wird die erwärmte Luft in die radiaalen Kühlkanäle des Ständerblechpaketes 1 gedrückt. Diese Kühlkanäle sind in gleicher Art und

Weise wie die Kühlkanäle, durch die die Kühlluft einströmt, ausgebildet und sind mit den Abströmkammern 3 verbunden. Dabei kühlt diese Luft das Ständerblechpaket 1 weiter. In den Abströmkammern 3 wird sie umgelenkt und strömt durch Öffnungen im Pressrahmen 9 aus der rotierenden elektrischen Maschine.

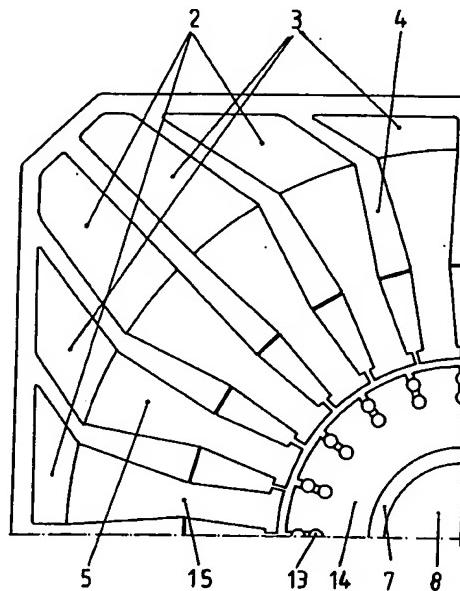


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein KühlSystem für trägeheitsarme rotierende elektrische Maschinen, insbesondere für Drehstrommaschinen mit Fremd- oder Eigenkühlung.

[0002] Hochdynamiche Antriebe benötigen trägeheitsarme Elektromotoren. Trägeheitsarme rotierende elektrische Maschinen erfordern einen Läufer mit möglichst geringem Durchmesser. Die Realisierung einer solchen Maschinenausführung bedingt insbesondere eine intensive Kühlung des Läufers.

[0003] Eine intensive Luftkühlung des Läufers kann mit Hilfe von axialen Kühlkanälen oder auch mit axialen und radialen Kühlkanälen erreicht werden. Dabei sind die Ständer- und Läuferblechpakete aus Teilblechpaketen aufgebaut. Luftgekühlte Ausführungen sind in EP 0 522 210 A1 (Int. Cl.: H 02 K 9/18), EP 0 118 802 A1 (Int. Cl.: H 02 K 9/10) und DE 43 20 559 A 1 (Int. Cl.: H 02 K 9/00) dargestellt. Diese Ausführungen haben den Nachteil, dass die axialen Kühlkanäle innerhalb des Läufers axiale Strömungsquerschnitte benötigen, die einer Verkleinerung des Läuferdurchmessers entgegenstehen.

[0004] Eine weitere Lösung für eine intensive Kühlung des Läufers besteht in der Anwendung der Flüssigkeitskühlung entsprechend EP 0 824 287 A1 (Int. Cl.: H 02 K 9/197). Diese Lösung ist sehr aufwendig und kostenintensiv, weil komplizierte Dichtungselemente für die Realisierung der Flüssigkeitskühlung im rotierenden Läufer eingesetzt werden müssen. Zudem ist jede Flüssigkeitskühlung konstruktiv aufwendiger und kostenintensiver als eine Luftkühlung.

[0005] Die Anwendung eines zentrifugalen Wärmerohrs zur Läuferkühlung entsprechend DE 39 09 253 A 1 (Int. Cl.: H 02 K 9/20) erlaubt eine intensive Kühlung des Läufers. Der Nachteil dieser Lösung besteht darin, dass die Kühlkörper mitrotieren und damit einer wesentlichen Verkleinerung des Trägheitsmomentes entgegenstehen. Außerdem ist diese Lösung konstruktiv aufwendig und kostenintensiv und das Langzeitverhalten ist nicht ausreichend abgesichert.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein hoch intensives KühlSystem für trägeheitsarme rotierende elektrische Maschinen, insbesondere für Drehstrommaschinen mit Fremd- und Eigenkühlung zu schaffen. Dabei soll die kostengünstige Luftkühlung angewendet werden. Die Temperaturunterschiede in den Ständer- und Läuferleitern sollen möglichst gering sein.

[0007] Die Aufgabe der Erfindung wird durch die Merkmale des 1. Patentanspruchs gelöst. Anspruch 1 beschreibt die allgemeine erforderliche Lösung. Dabei besteht das Läufer- 6 und Ständerblechpaket 1 jeweils aus mehreren Teilblechpaketen. An der Außenkontur des Ständerblechpaketes 1 schließen sich nach außen über die gesamte Länge axial einseitig verschlossene Zu- 2 und Abströmkammern 3 über den Umfang wechselnd mit etwa gleichem axialen Querschnitt an. Von der Zu-

strömkammer 2 führen radiale Kühlkanäle, die durch die Endbleche der Ständerteilblechpakete 5 axial und durch Leiteinrichtungs- und Abstandshaltersegmente 4 im Rückengebiet des Ständerblechpaketes 1 radial begrenzt sind. Im Nutgebiet des Ständerblechpaketes 1 stellt die Wicklung mit der Nutisolation die radiale Begrenzung dar. Zwischen den Läuferblechpaketen 14 sind Abstandselemente 7 angeordnet.

[0008] Durch die erfindungsgemäße Ausbildung der Zuströmkammern 2 wird über die gesamte Länge des Ständerblechpaketes 1 kalte Kühlluft zugeführt. Die axiale Strömung in den Zuströmkammern 2 wird in die radialen Kühlkanäle des Ständerblechpaketes 1 umgelenkt und strömt radial durch das Ständerblechpaket 1 hindurch. Die Kühlkanäle im Rücken des Ständerblechpaketes 1 werden durch die Leiteinrichtungs- und Abstandshaltersegmente 4 und die Endbleche der Ständerteilblechpakete 5 gebildet. Im Nutbereich des Ständerblechpaketes 1 werden die radialen Kühlkanäle durch die Nutisolation und die Endbleche der Ständerteilblechpakete 5 begrenzt. Dabei sind die Leiteinrichtungs- und Abstandshaltersegmente 4 so dimensioniert, dass sie direkt auf der Nutisolation im Nutgrund aufsitzen. Durch die erfindungsgemäße Ausbildung strömt die Kühlluft mit erhöhter Geschwindigkeit als Strahl in die radialen Kühlkanäle des Läuferblechpaketes 6. Das Läuferblechpaket 6 setzt sich wiederum aus einzelnen Läuferblechpaketen 14 zusammen. Die Länge der Läuferblechpakete 14 ist dabei auf die Länge der Ständerteilblechpakete 5 abgestimmt, so dass sich beide radialen Kühlkanäle in einer Ebene befinden. Zwischen den einzelnen Läuferblechpaketen 14 sind Abstandselemente 7 angeordnet. Die in die radialen Kühlkanäle eingeströmte Kühlluft kühlt die in den radialen Kühlkanälen des Läuferblechpaketes 6 freiliegenden Leiter 13 direkt. Des Weiteren werden die Endbleche der Läuferblechpakete 14 direkt gekühlt. Die Luft wird durch die Rotation zusätzlich verwirbelt, so dass eine intensive Kühlung erreicht wird. Nach dem Durchströmen der Läuferkühlkanäle wird die erwärmte Luft in die radialen Kühlkanäle des Ständerblechpaketes 1 gedrückt. Diese Kühlkanäle sind in gleicher Art und Weise wie die Kühlkanäle, durch die die Luft einströmt, ausgebildet und sind mit den Abströmkammern 3 verbunden. Dabei kühlt diese Luft das Ständerblechpaket 1. In den Abströmkammern 3 wird sie umgelenkt und strömt durch Öffnungen im Pressrahmen 9 aus der rotierenden elektrischen Maschine.

[0009] In einer bevorzugten Ausführungsform sind beim erfindungsgemäßen KühlSystem für trägeheitsarme rotierende elektrische Maschinen jeweils ein und/oder mehrere einzelne Zuströmkammern 2 hintereinander über den Umfang und anschließend ein und/oder mehrere einzelne Abströmkammern 3 über den Umfang verteilt angeordnet. So ist der gesamte Ständer zum Beispiel geviertelt ausführbar, wobei ein Viertel mit Zuströmkammern 2 und das nächste Viertel mit Abströmkammern 3, das nächste wieder mit Zuströmkammern

- 2 und das letzte erneut mit Abströmkammern 3 versehen ist.
- [0010] Vorteilhafterweise sind die Abstandselemente 7 zwischen den Läuferteilblechpaketen 14 so ausgebildet, dass sie sich bis zur Läuferwelle 8 erstrecken.
- [0011] Auch eine Anordnung des erfindungsgemäßen Kühlsystems für trägeitsarme rotierende elektrische Maschinen bei dem die Zu- 2 und Abströmkammern 3 in einem Gehäuse angeordnet sind, kann ausgeführt werden.
- [0012] In einer bevorzugten Bauweise sind die Zu- 2 und Abströmkammern 3 im Ständerblechpaket 1 einer gehäuselosen Maschine ausgebildet, wobei das Ständerblechpaket 1 durch Pressrahmen 9 seitlich abgeschlossen ist.
- [0013] Um auch die Wickelköpfe 11 mit dem Kühlstrom kühlen zu können, erstrecken sich die Zu- 2 und Abströmkammern 3 über die Blechpaketlänge hinaus bis zum Ende der Pressrahmen 9. In den Kammerberandungen in Richtung der Wicklungsköpfe 11 sind zusätzlich radiale Öffnungen 10 angeordnet. Diese radialen Öffnungen 10 im Pressrahmen 9 in Richtung der Wicklungsköpfe 11 befinden sich auf der verschlossenen Seite der Zu- 2 und Abströmkammern 3.
- [0014] Aus fertigungstechnischen Gründen ist es vorteilhaft, dass die Leiteinrichtungs- und Abstandshaltersegmente 4 und die Berandung der Zu- 2 und Abströmkammern 3 in den Zwischenräumen zwischen den Teillechpaketen aus ein oder mehreren gestanzten und hintereinander gesetzten gleichartigen Distanzblechen bestehen.
- [0015] Vorteilhafte Wirkungen erreicht das Kühlstrom für trägeitsarme rotierende elektrische Maschinen auch dann, wenn die Leiter 13, die im Läuferblechpaket 6 eingebracht sind, gegossen sind oder als Einfach- oder Doppelkäfig mit Rundstäben oder mit isolierten Drähten ausgeführt sind und dass im Fall des Doppelkäfigs ein radialer Abstand zwischen den doppelt angeordneten Leitern besteht. Bei gegossenem Kurzschlussring der Läuferwicklung können zusätzlich Wirbler ausgeführt sein. Besteht der Kurzschlussring aus ringförmigen flachen Elementen, so ist ein geringer axialer Abstand von ca. 1mm zwischen diesen Elementen auszuführen.
- [0016] Vorzugsweise ist beim erfindungsgemäßen Kühlstrom für trägeitsarme rotierende elektrische Maschinen der Lüfterbaustein axial oder radial seitlich oder oben angeordnet.
- [0017] Insbesondere ist es von Vorteil, wenn die Leiteinrichtungs- und Abstandshaltersegmente 4 im Raum zwischen den Ständerteilblechpaketen 5 im Rückengebiet des Ständerblechpaketes 1 so ausgeführt sind, dass sich ihr radialer Querschnitt nach innen verkleinert. Weiterhin verbessert sich die Wirksamkeit des Kühlstrom für trägeitsarme rotierende elektrische Maschinen, wenn im Bereich des Kopfes der Ständernuten zusätzliche düsenförmige Leitelemente für die radialen Kühlkanäle, die mit den Zuströmkammern 2 verbunden sind, ausgebildet sind. Auch eine Ausbildung von trichterförmigen Leitelementen im Bereich des Kopfes der Ständernuten für die radialen Kühlkanäle, die mit den Ausströmkammern 3 verbunden sind, bringt Kühlungstechnische Vorteile. Beide Leitelemente sind vorteilhafterweise so angeordnet, dass sie den Kühlstrom gegen die Drehrichtung des Läufers führen.
- [0018] Um den Wärmeübergang zwischen der Ständer- und Läuferwicklung im Nutbereich und den Teillechpaketen zu erhöhen und die mechanischen Festigkeit der gesamten trägeitsarmen rotierenden elektrischen Maschine zu verbessern, sind vorteilhafterweise gut wärmeleitende Vergussmassen eingebracht. Bei der Verwendung von blanken Leitem 13 im Läufer ist eine metallische Verbindung zwischen den Leitem 13 und den Läuferteilblechpaketen 5 von Vorteil. Die Breite der radialen Kühlkanäle im Läuferblechpaket 6 kann auch wahlweise kleiner oder größer sein als die Breite der radialen Kühlkanäle des Ständerblechpaketes 1.
- [0019] In einer anderen speziellen Variante ist der axiale Querschnitt der Zu- 2 und Abströmkammern 3 unterschiedlich ausgebildet.
- [0020] Das erfindungsgemäße Kühlstrom für trägeitsarme rotierende elektrische Maschinen kann für besondere Anwendungsfälle auch mit mehreren Lüftern ausgebildet sein, wobei z. B. an den Zuströmkammern 2 axial beidseitig Lüfter angeordnet sind und die Abströmkammern 3 dann axial verschlossen sind und radiale Abströmlöffnungen an der vom Ständerblechpaket 1 abgewandten Seite aufweisen. Auch die Anordnung eines zusätzlichen saugenden Lüfters an den Abströmkammern 3 bei drückender Belüftung als zweiter Lüfter ist möglich.
- [0021] Die Anordnung von zusätzlichen radiale Abströmlöffnungen aus den Abströmkammern 3 im Mantel der trägeitsarmen rotierenden elektrischen Maschine an der vom Ständerblechpaket 1 abgewandten Seite hin ist, um die Kühlung zu verbessern, ausführbar.
- [0022] In einer besonderen Ausführung sind die Zu- 2 und Abströmkammern 3 und die zugehörigen Leiteinrichtungs- und Abstandshaltersegmente 4 so ausgebildet, dass sich jeweils ein entstandener radialer Kühlkanal über mehrere Nutteilungen der trägeitsarmen rotierenden elektrischen Maschine erstreckt (z. B. über 2, 3, oder 4 Nutteilungen).
- [0023] Bei einer weiteren speziellen Ausführung unterscheiden sich die Zuströmkammern 2 und die Abströmkammern 3 im Querschnitt und die zugehörigen Leiteinrichtungs- und Abstandshaltersegmente 4 sind so ausgebildet, dass sich die radialen Kühlkanäle, durch die die Luft zuströmt, über eine andere Zahl von mehreren Nutteilungen erstrecken als die radialen Kühlkanäle, durch die Luft abströmt.
- [0024] Das erfindungsgemäße Kühlstrom für trägeitsarme rotierende elektrische Maschinen kann auch so qualifiziert werden, dass die Zu- 2 und Abströmkämäle 3 mit einem zusätzlichen außen angeordneten Wärmetauscher verbunden sind. Dadurch wird ein ge-

schlossener innerer Kühlkreislauf realisierbar.

[0025] Bei speziellen Anwendungsfällen sind, um den Kühlluftdurchsatz im Läufer zu erhöhen, in den radialen Kühlkanälen des Läuferblehpaketes (6) zusätzliche druckfördernde Leit und Abstandselemente angeordnet.

[0026] Die Erfindung soll nachstehend an Hand der Figuren 1-3 in einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. Dabei zeigt

Fig. 1 einen Teilschnitt im Bereich der radialen Kühlkanäle bei einer gehäuselosen Ausführung,

Fig. 2 einen Längsschnitt in einer Ebene mit einer Zuströmkammer 2 und

Fig. 3 einen Längsschnitt in einer Ebene mit einer Abströmkammer 3.

[0027] Eine erfindungsgemäße trägeitsarme rotierende elektrische Maschine besitzt ein Kühl system, bei dem die Kühl luft axial zugeführt wird, dann die radialen Kühl kanäle zwischen den Ständer teil blech paketen 5 und den Läufer teil blech paketen 14 nach Innen bis nahezu zur Läufer welle 8 durchströmt. Dabei werden ins besondere auch die Leiter 13 der Läuferwicklung umströmt. Die Kühl luft wird nunmehr wieder radial nach außen in die Abströmkammern 3 geführt und verlässt die Maschine axial. Dabei wechseln sich, wie aus Fig. 1 ersichtlich, im Bereich der Zu- 2 und Abströmkammern 3 außerhalb des magnetisch aktiven Rückens des Ständer blech paketes 1 einer gehäuselosen Maschine in Umfangrichtung betrachtet, die Zu- 2 und die Abströmkammern 3 ab. Die trägeitsarme rotierende elektrische Maschine besteht aus einer Reihe von einzelnen Teil blech paketen. Die Länge der Ständer teil blech pakete 5 und Läufer teil blech pakete 14 ist so ausgeführt, dass jeweils ein radialer Kühl kanal des Ständers einem radialen Kühl kanal des Läufers gegenübersteht. Zwischen den Ständer teil blech paketen 6 ist ein Leiteinrichtungs und Abstand halter segment 4 angeordnet. Vorzugsweise ist dieses Leiteinrichtungs- und Abstandhalteseg ment 4 aus den gleichen gestanzten Ständer blechen, (sogenannten Distanzblechen) durch heraus trennen der Zahn segmente 15 hergestellt.

[0028] Der Ständer der erfindungsgemäßen trägeitsarmen rotierenden elektrischen Maschine wird durch Pressrahmen 9 begrenzt und zusammen gehalten. Die Pressrahmen 9 sind dabei so ausgebildet, dass auf einer Seite alle Abströmkammern 3 und auf der anderen Seite alle Zuströmkammern 2 axial verschlossen sind.

[0029] Zwischen den Läufer teil blech paketen 14 sind Abstandselemente 7 angeordnet. Diese reichen direkt bis auf die Läufer welle 8. Dabei sind die Abstandselemente 7 so ausgebildet, dass die Kühl luft sowohl die Leiter 13 umspült und kühl t, als auch die Wärme aus den Läufer teil blech paketen 14 des Läufer blech paketes 6 ab führt, da die Kühl luft die Oberflächen der jeweils außen liegenden Bleche der Läufer teil blech pakete 14 über strömt.

[0030] In den Fig. 2 und 3 ist eine erfindungsgemäße Ausführung mit drückender Belüftung und axial angeordneten Lüfter baustein beschrieben. Figur 1 zeigt dabei wie die Kühl luft auf der Lüfter seite axial in den Wicklungskopf raum eintritt, die Wicklungsköpfe 11 der Ständer und Läuferwicklung kühl t und dann durch speziell angeordnete radiale Öffnungen 10 des Pressrahmens 9 in die Abströmkammern 3 strömt. Die dem Lüfter entgegengesetzten Wicklungsköpfe 11 werden über speziell angeordnete radiale Öffnungen 10, die mit den Zu strömkammern 2 verbunden sind, gekühl t. Im Lagerschild 12 auf der vom Lüfter abgewandten Seite befinden sich Ausströmgitter, durch die die Kühl luft, die die Wicklungsköpfe 11 gekühl t hat, die erfindungsgemäße

10 Maschine verlässt. Anstelle einer drückenden Belüftung kann die erfindungsgemäße trägeitsarme rotierende elektrische Maschine auch in saugender Belüftung ausge führt werden.

[0031] Die erfindungsgemäße Lösung lässt sich ohne große Änderungen auch für andere elektrische Maschinen insbesondere für Synchronmaschinen z.B. mit Permanent magneten im Läufer anwenden.

Bezugszeichenliste

25

[0032]

- | | |
|----|---|
| 1 | Ständerblechpaket |
| 2 | Zuströmkammer |
| 3 | Abströmkammer |
| 4 | Leiteinrichtungs- und Abstandshaltersegment |
| 5 | Ständerteilblechpaket |
| 6 | Läuferblechpaket |
| 7 | Abstandselement |
| 8 | Läuferwelle |
| 9 | Pressrahmen |
| 10 | Radiale Öffnungen |
| 11 | Wicklungskopf |
| 12 | Lagerschild |
| 13 | Leiter |
| 14 | Läuferteilblechpaket |
| 15 | Zahnsegment |

Patentansprüche

1. Kühl system für trägeitsarme rotierende elektrische Maschinen, insbesondere für Drehstrommaschinen mit Fremd- und Eigenkühlung mit einem Ständer- und Läuferblechpaket bestehend aus Teil blech paketen
dadurch gekennzeichnet,
dass am Außendurchmesser des Ständerblechpa ketes (1) über seine gesamte Länge axial einseitig verschlossene Zu- (2) und Abströmkammern (3) über den Umfang wechselnd mit etwa gleichem axialen Querschnitt angeordnet sind,
dass im Bereich des Rückens des Ständerblechpa-

- ketes (1) zwischen den Ständerteilblechpaketen (5) in radialer Richtung Leiteinrichtungs- und Abstandshaltersegmente (4) entsprechend der Anzahl der Zu- (2) und Abströmkammern (3) ausgebildet sind und
dass zwischen den Läuferteilblechpaketen (14) Abstandselemente (7) angeordnet sind.
- 2. Kühlsystem für trägeitsarme rotierende elektrische Maschinen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,**
dass jeweils ein und/oder mehrere einzelne Zuströmkammern (2) hintereinander über den Umfang und anschließend ein und/oder mehrere einzelne Abströmkammern (3) über den Umfang verteilt angeordnet sind.
- 3. Kühlsystem für trägeitsarme rotierende elektrische Maschinen nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet,**
dass die Abstandselemente (7) zwischen den Läuferteilblechpaketen (14) sich bis zur Läuferwelle (8) erstrecken.
- 4. Kühlsystem für trägeitsarme rotierende elektrische Maschinen nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet,**
dass die Zu- (2) und Abströmkammern (3) in einem Gehäuse angeordnet sind.
- 5. Kühlsystem für trägeitsarme rotierende elektrische Maschinen nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet,**
dass die Zu- (2) und Abströmkammern (3) im Ständerblechpaket (1) einer gehäuselosen Maschine ausgebildet sind und dass das Ständerblechpaket (1) durch Pressrahmen (9) seitlich abgeschlossen sind.
- 6. Kühlsystem für trägeitsarme rotierende elektrische Maschinen nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,**
dass die Zu-(2) und Abströmkammern (3) über die Blechpaketlänge hinaus bis zum Ende der Pressrahmen (9) ausgebildet sind und sich radiale Öffnungen (10) in den Kammerberandungen in Richtung der Wicklungsköpfe (11) befinden.
- 7. Kühlsystem für trägeitsarme rotierende elektrische Maschinen nach Anspruch 5 und 6, dadurch gekennzeichnet,**
das sich die radialen Öffnungen (10) im Pressrahmen (9) in Richtung der Wicklungsköpfe (11) auf der verschlossenen Seite der Zu- (2) und Abströmkammern (3) befinden.
- 8. Kühlsystem für trägeitsarme rotierende elektrische Maschinen nach Anspruch 1, 2, 5, 6, und 7,**
- 5** **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Leiteinrichtungs- und Abstandshaltersegmente (4) und die Berandung der Zu- (2) und Abströmkammern (3) in den Zwischenräumen zwischen den Ständerteilblechpaketen (5) aus ein oder mehreren gestanzten Distanzblechen bestehen.
- 9. Kühlsystem für trägeitsarme rotierende elektrische Maschinen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,**
dass die Leiter (13) des Läufers gegossen sind oder als Einfach- oder Doppelkäfig mit Rundstäben oder mit isolierten Drähten ausgeführt sind und das im Fall des Doppelkäfigs ein radialer Abstand zwischen den doppelt angeordneten Leitern (13) besteht.
- 10. Kühlsystem für trägeitsarme rotierende elektrische Maschinen nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,**
dass der Lüfterbaustein axial oder radial seitlich oder radial oben angeordnet ist.
- 11. Kühlsystem für trägeitsarme rotierende elektrische Maschinen nach Anspruch 1 und 9, dadurch gekennzeichnet,**
dass der gegossene Kurzschlussring der Läuferwicklung mit Wirbler ausgeführt ist.
- 12. Kühlsystem für trägeitsarme rotierende elektrische Maschinen nach Anspruch 1, und 9, dadurch gekennzeichnet,**
dass der Kurzschlussring der Läuferwicklung aus ringförmigen flachen Elementen ausgeführt ist und dass zwischen diesen ein geringer axialer Abstand von ca. 1mm besteht.
- 13. Kühlsystem für trägeitsarme rotierende elektrische Maschinen nach Anspruch 1, 2 und 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet,**
dass die Leiteinrichtungs- und Abstandshaltersegmente (4) im Raum zwischen den Ständerteilblechpaketen (5) im Rückengebiet des Ständerblechpaketes (1) so ausgeführt sind, dass sich der radiale Querschnitt nach innen verkleinert.
- 14. Kühlsystem für trägeitsarme rotierende elektrische Maschinen nach Anspruch 1, 2, 5 bis 8 und 13, dadurch gekennzeichnet,**
dass im Bereich des Kopfes der Ständernuten düsenförmige Leitelemente für die radialen Kühlkanäle , die mit den Zuströmkammern (2) verbunden sind, ausgebildet sind.
- 15. Kühlsystem für trägeitsarme rotierende elektrische Maschinen nach Anspruch 1, 2, 5 bis 8, und 13, dadurch gekennzeichnet,**

- dass im Bereich des Kopfes der Ständermuten trichterförmige Leitelemente für die radialen Kühlkanäle, die mit den Ausströmkammern (3) verbunden sind, ausgebildet sind.
- 16. Kühlsystem für trägeheitsarme rotierende elektrische Maschinen nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,**
dass zwischen den Teiblechpaketen und der Ständer- und Läuferwicklung im Nutbereich gut wärmeleitende Vergussmassen eingebracht sind oder dass im Läuferblechpaket (6) bei Verwendung von blanken Leitem (13) eine metallische Verbindung zwischen den Leitem (13) und den Läuferteiblechpaketen (14) besteht.
- 17. Kühlsystem für trägeheitsarme rotierende elektrische Maschinen nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,**
dass die Breite der radialen Kühlkanäle im Läuferblechpaket (6) kleiner oder größer als die Breite der radialen Kühlkanäle des Ständerblechpaketes (1) ist.
- 18. Kühlsystem für trägeheitsarme rotierende elektrische Maschinen nach Anspruch 1, 2, 4 bis 8, 13 bis 15 und 17, dadurch gekennzeichnet,**
dass der axiale Querschnitt der Zu- (2) und Abströmkammern (3) unterschiedlich ausgebildet ist.
- 19. Kühlsystem für trägeheitsarme rotierende elektrische Maschinen nach Anspruch 1, 2, 4 bis 8, 13 bis 15, 17 und 18, dadurch gekennzeichnet,**
dass an den Zuströmkammern (2) axial beidseitig Lüfter angeordnet sind und die Abströmkammern (3) axial verschlossen sind und radiale Abströmöffnungen in ihrem Mantel an der von dem Ständerblechpaket (1) abgewandten Seite aufweisen.
- 20. Kühlsystem für trägeheitsarme rotierende elektrische Maschinen nach Anspruch 1, 2, 4 bis 8, 13 bis 15, 17 und 18, dadurch gekennzeichnet,**
dass bei drückender Belüftung an den Abströmkammern (3) ein zusätzlich saugender Lüfter angeordnet ist
- 21. Kühlsystem für trägeheitsarme rotierende elektrische Maschinen nach Anspruch 1, 2, 4 bis 8, 13 bis 15, 17 und 18, dadurch gekennzeichnet,**
dass die Abströmkammern (3) an der vom Ständerblechpaket (1) abgewandten Seite hin zusätzliche radiale Abströmöffnungen besitzen.
- 22. Kühlsystem für trägeheitsarme rotierende elektrische Maschinen nach den Ansprüchen 1, 2, 4 bis 8, 17 bis 21, dadurch gekennzeichnet,**
dass die Zu- (2) und Abströmkammern (3) und die zugehörigen Leiteinrichtungs- und Abstandshalter-
- segmente (4) so ausgebildet sind, dass sich jeweils ein entstandener radialer Kühlkanal über mehrere Nutteilungen erstreckt.
- 23. Kühlsystem für trägeheitsarme rotierende elektrische Maschinen nach Anspruch 1, 2, 4 bis 8, 13 bis 15, 17 bis 21, dadurch gekennzeichnet,**
dass sich die Zuströmkammern (2) und die Abströmkammern (3) im Querschnitt unterscheiden und die zugehörigen Leiteinrichtungs- und Abstandshaltersegmente (4) so ausgebildet sind, dass die radialen Kühlkanäle, durch die die Luft zuströmt, über eine andere Zahl von mehreren Nutteilungen erstrecken, als die radialen Kühlkanäle, durch die Luft abströmt.
- 24. Kühlsystem für trägeheitsarme rotierende elektrische Maschinen nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,**
dass die Zu- (2) und Abströmkammern (3) mit einem zusätzlichen außen angeordneten Wärmetauscher verbunden sind.
- 25. Kühlsystem für trägeheitsarme rotierende elektrische Maschinen nach Anspruch 1, 9, 11 und 12, dadurch gekennzeichnet,**
dass in den radialen Kühlkanälen des Läuferblechpaketes (6) zusätzliche druckfördernde Leit- und Abstandselemente angeordnet sind.

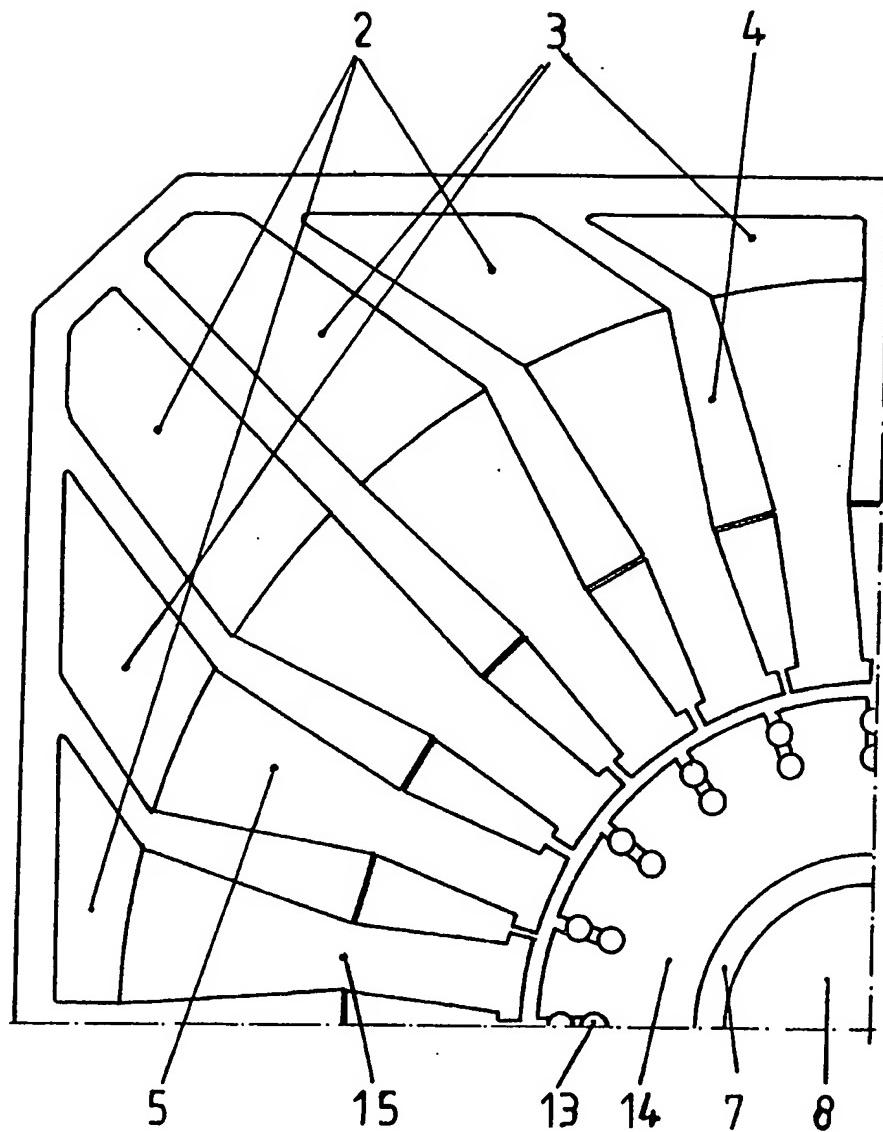
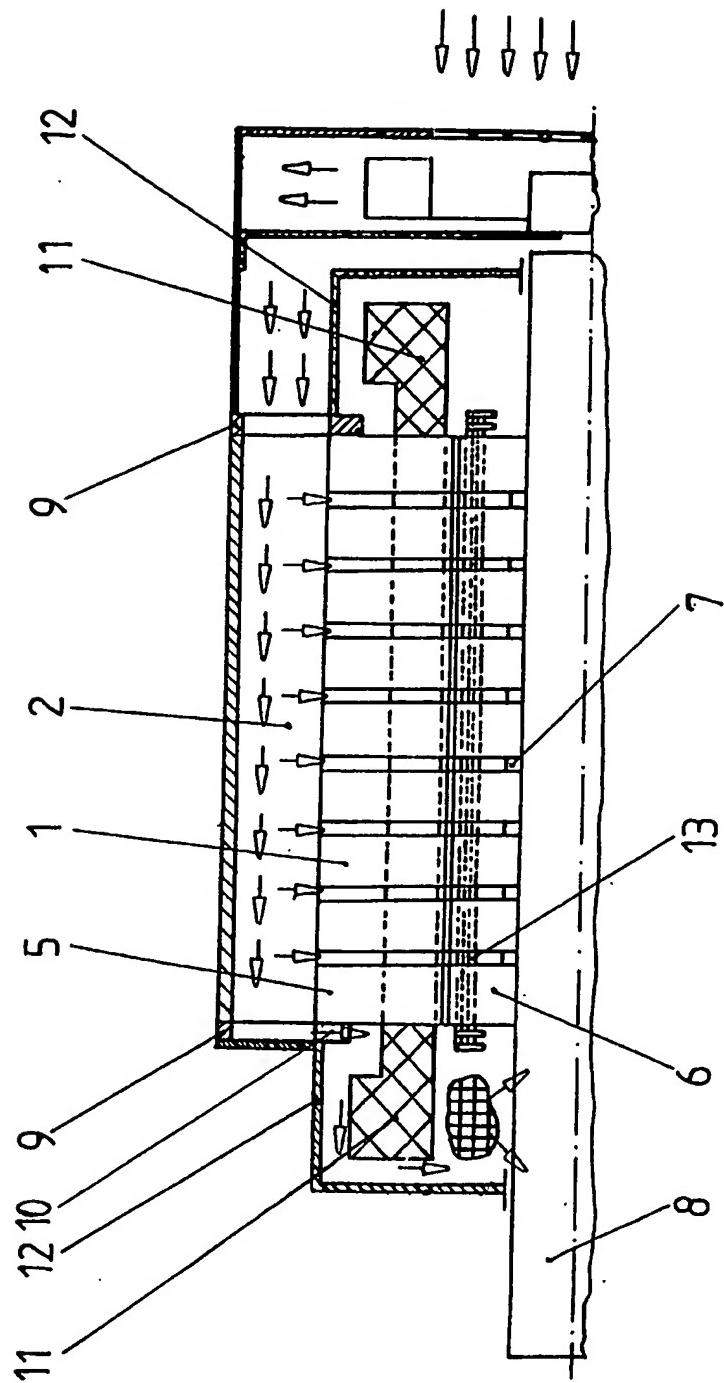


Fig 1



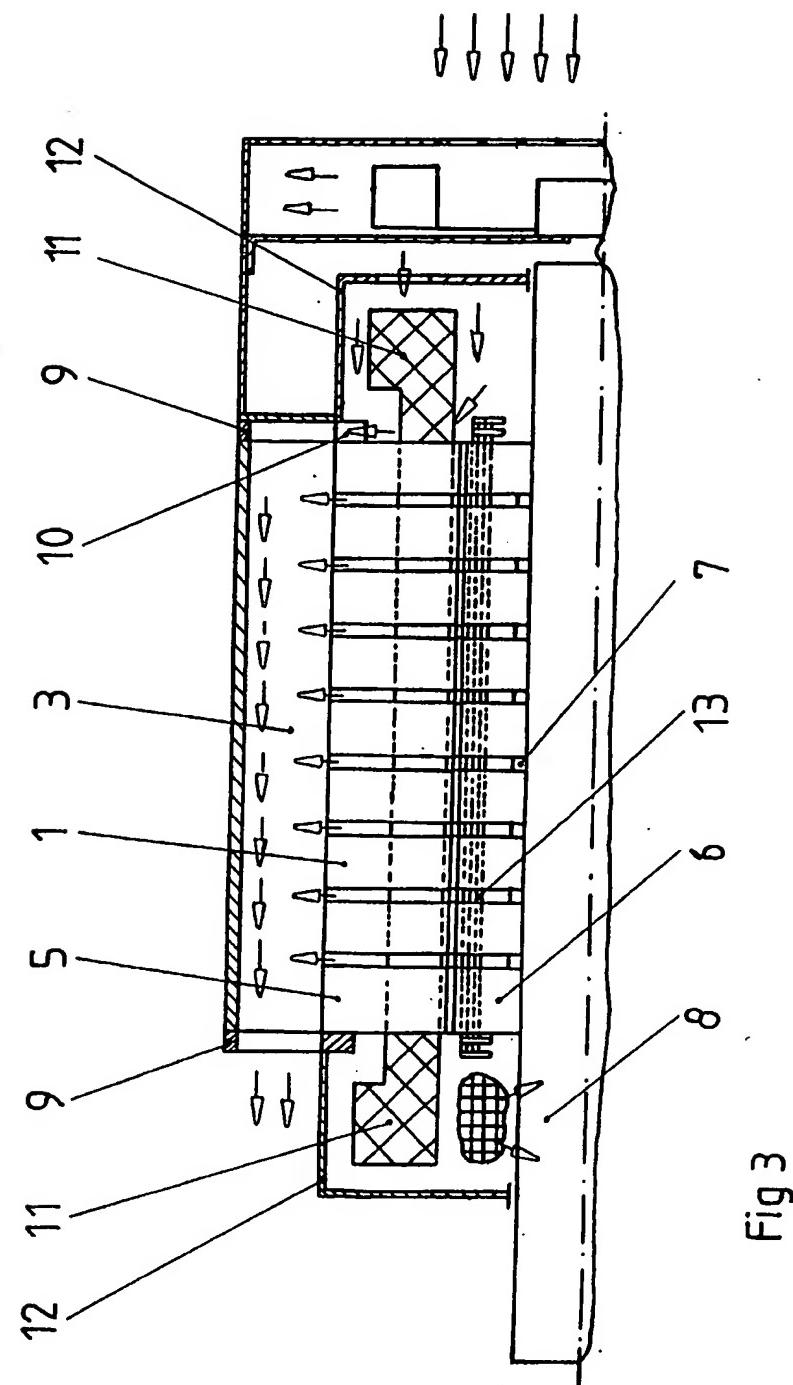


Fig 3